

Zn/Ag 対 ACM 型腐食センサを用いた大気腐食環境の評価手法に関する研究

九州大学大学院 学生会員 ○杉谷国博 九州大学大学院 正会員 貝沼重信
九州大学大学院 学生会員 向川優貴 (株)神戸製鋼所 非会員 伊藤義浩

1. はじめに 構造物の適切な維持管理を行うためには、部材・部位レベルにおける腐食環境を明らかにする必要がある。これまで、著者らは Fe/Ag 対 ACM 型腐食センサ（以後、Fe センサ）を用いた大気腐食環境の評価方法を提案した¹⁾。大気腐食環境のモニタリングは、気候変動を考慮する必要があるため、我国では 1 年間単位で継続して実施する必要がある。しかし、腐食性が高い大気環境では、Fe センサを 1~2 ヶ月毎に交換する必要があるため、高耐久性の Zn/Ag 対 ACM 型腐食センサ（以後、Zn センサ）が注目されている。本研究では Zn センサを用いた大気環境モニタリング手法を提案することを目的として、様々な腐食環境における大気暴露試験、および Fe センサと Zn センサを用いた腐食環境モニタリングを実施した。

2. 大気暴露試験および腐食環境モニタリング 大気暴露試験は以下に示す1)~3)の地点で実施した。1)沖縄本島の東側海岸線から約2.3km、西側海岸線から約4.4kmに位置する降雨の影響があり、飛来塩分量が比較的多い琉球大学千原キャンパス構内（以後、琉球大学構内）(Lat.26°15' N, Long.127°46' E)。2)東側海岸線から約2.5km、西側海岸線から約5.3kmに位置する九州大学伊都キャンパス構内（以後、九州大学構内）(Lat.33°35' N, Long.130°12' E)。3)博多湾の海岸線から約70m南に位置する橋梁桁下（以後、百道海岸線）(Lat.33°35' N, Long.130°21' E)。大気腐食環境データを効率的に収集するために、鋼板を水平に対して0°、45°および90°の角度で設置し、鋼板の表裏面に貼付したFeセンサとZnセンサを用いて、腐食電流を10分毎に測定することで腐食環境をモニタリングした。

FeセンサとZnセンサの出力と温湿度の例を図-1に示す。高出力域ではFeセンサに比して、Znセンサ出力は高くなっている。一方、低出力域ではFeセンサに比して、Znセンサ出力は低くなっている。これは、Znセンサの分極抵抗がFeセンサに比して低いため、高出力域ではZnセンサ出力が高くなると考えられる。また、低出力域ではFeセンサに生じる腐食生成物がZnセンサと比べて、ポーラスとなるため、水膜が早期に蒸発・消失するためと考えられる。

3 Zn/Ag 対 ACM 型腐食センサによる大気腐食環境評価 Zn センサ出力に対する Fe センサ出力の比 I_{Fe}/I_{Zn} の関係を図-2 に示す。高出力域と低出力域では、前述したように Zn センサと Fe センサの出力が著しく異なっている。Zn センサ出力 I_{Zn} が $1\mu\text{A}$ 以下の場合、 I_{Fe}/I_{Zn} は I_{Zn} に反比例して低下している。また、 $1\mu\text{A}$ 以上の場合、 I_{Fe}/I_{Zn} は一定になっており、その値は 0.590 となっている。したがって、Zn センサ出力を次式により、Fe センサ出力に換算することで、Fe センサに対する腐食環境評価手法²⁾を適用できると考えられる。

$$I_{Fe} = 0.391 \cdot I_{Zn}^{0.380} \quad (I_{Zn} < 1) \quad (1)$$

$$= 0.590 \cdot I_{Zn} \quad (I_{Zn} \geq 1) \quad (2)$$

4 Zn/Ag 対 ACM 型腐食センサの劣化による出力低下の補正方法 ACMセンサは劣化により、出力が低下するため、劣化が出力に及ぼす影響を定量的に明らかにする必要がある。本研究では劣化による出力低下が 10%程度である測

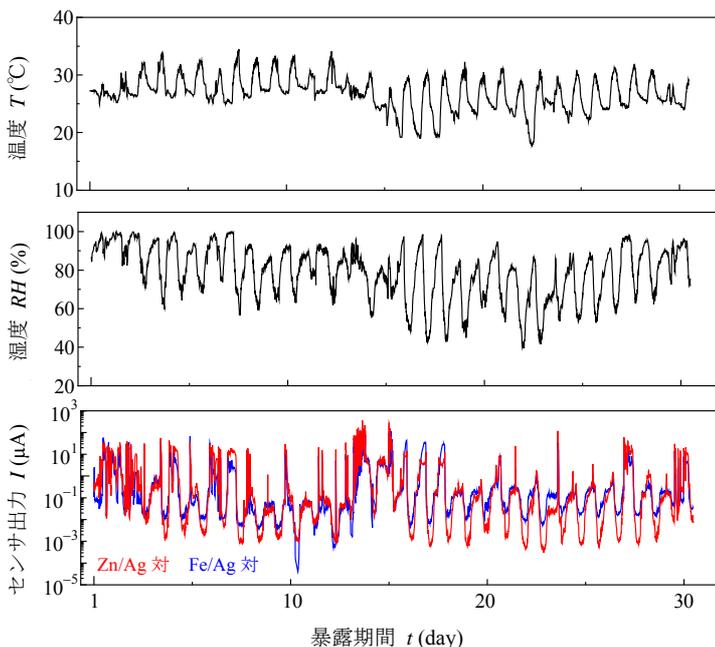


図-1 ACM センサ出力の経時変化の例

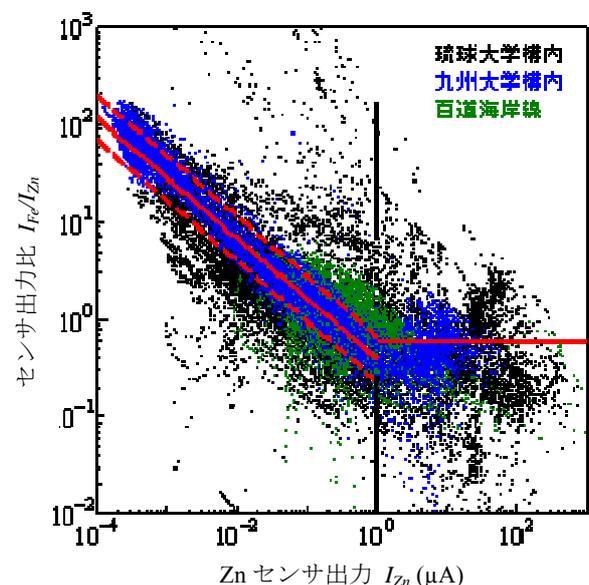


図-2 Zn センサ出力に対する Fe センサ出力の比

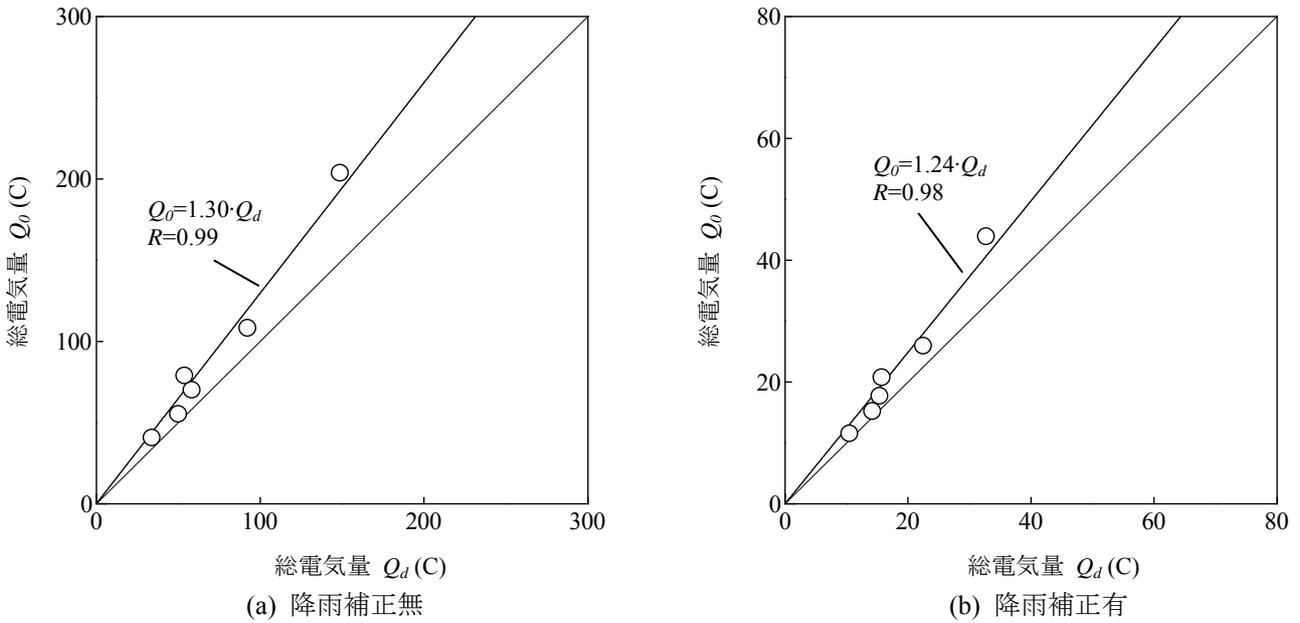


図-3 出力変換後のセンサ劣化による出力の低下率

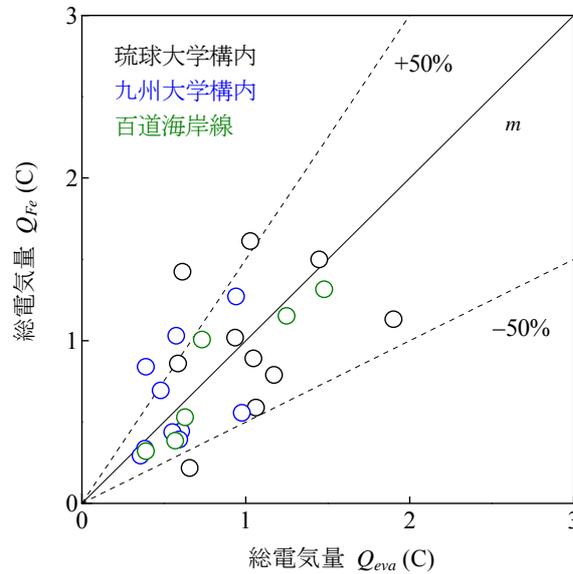


図-4 妥当性の検証

定開始後1年間を劣化の影響が無いものと仮定した。また、2つのセンサA、Bの使用後0~1年間(健全期)の Q を Q_{0A} と Q_{0B} 、1~2年間(劣化期)を Q_{dA} と Q_{dB} と仮定して、以下に示す式(3)と式(4)から健全期と劣化期の Q をそれぞれ Q_0 と Q_d として定義した。これらの Q_0 と Q_d を比較し、劣化によるセンサ出力低下の補正方法を検討する。

$$Q_0 = Q_{0A} + Q_{0B} \tag{3}$$

$$Q_d = Q_{dA} + Q_{dB} \tag{4}$$

Q_0 と Q_d の関係を図-3に示す。なお、降雨期間によりセンサ出力が著しく増加するため、図-3(a)および図-3(b)にそれぞれ降雨補正の有無の総電気量について示す。降雨の補正の有無によらず、 Q_0 と Q_d には高い相関があることから、図中の式を用いて総電気量を補正できると言える。ここで、式(1)と(2)の妥当性を検証する。Feセンサ出力から算出した総電気量を Q_{Fe} 、Znセンサ出力から式(1)と(2)で算出した総電気量を Q_{eva} とする。 Q_{Fe} と Q_{eva} の関係を図-4に示す。式(1)と式(2)を用いることで50%程度の精度で評価できる。

5.まとめ 1)Zn/Ag対とFe/Ag対のACM型腐食センサの出力の相関を定量的に明らかにした。2)Zn/Ag対センサ出力をFe/Ag対センサ出力に変換することによる大気腐食環境の評価手法を提案した。3)Zn/Ag対センサの劣化による出力低下の補正方法を提案した。

参考文献 1)元田慎一, 鈴木揚之助, 篠原正, 兒島洋一, 辻川茂男, 押川渡, 糸村昌祐, 福島敏郎, 出雲茂人: 海洋性大気環境の腐食性評価のためのACM型腐食センサ, 材料と環境, Vol.43, p.550-556, 1994., 2) 貝沼重信, 杉谷国博, 向川優貴, 伊藤義浩, 押川渡: Fe/Ag対ACM型腐食センサを用いた大気環境と普通鋼板の経時腐食深さの評価手法, 土木学会論文集(投稿中).